



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 45 414 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 03 D 11/00**  
E 04 H 5/02

⑳ Aktenzeichen: 101 45 414.7  
㉔ Anmeldetag: 14. 9. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 22. 5. 2003

DE 101 45 414 A 1

㉚ Anmelder:  
Wobben, Aloys, Dipl.-Ing., 26607 Aurich, DE  
㉛ Vertreter:  
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

⑥① Zusatz in: 103 04 026.9  
㉚ Erfinder:  
gleich Anmelder

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab  
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Errichtung einer Windenergieanlage, Windenergieanlage

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Errichtung einer Windenergieanlage sowie die Windenergieanlage in ihrer Ausgestaltung selbst.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu entwickeln, mittels dem die Errichtung von Windenergieanlagen noch günstiger, vor allem aber auch schneller vorgenommen werden kann.

Verfahren zur Errichtung einer Windenergieanlage mit einem Turm, der auf einem Fundament gründet sowie einem elektrischen Leistungsmodul, im Wesentlichen bestehend aus einem Transformator und gegebenenfalls einem Wechselrichter oder anderen elektrischen Einrichtungen, wie z. B. Schaltschränken, die zur Steuerung der Windenergieanlage und/oder zur Durchleitung der elektrischen Leistung, die vom Generator der Windenergieanlage zur Verfügung gestellt und in ein Netz eingespeist wird, vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul vor Errichtung des Turms auf dem Turmfundament gelagert wird.

DE 101 45 414 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Errichtung einer Windenergieanlage sowie die Windenergieanlage in ihrer Ausgestaltung selbst.

[0002] Bisher wird bei der Errichtung von Windenergieanlagen zunächst ein Fundament erstellt, dann der Turm der Windenergieanlage errichtet und anschließend das Maschinenhaus an der Turmspitze ausgerüstet und der Rotor mit den Rotorblättern angebracht. Hiernach werden die elektrischen Leistungsmodule wie der Transformator, Schaltschränke, gegebenenfalls Wechselrichter, Mittelspannungsanlage, Niederspannungsverteilung usw. installiert. Dies geschieht fast immer in einem eigenen kleinen Gebäude außerhalb der Windenergieanlage.

[0003] In DE 198 16 483.1 ist bereits auch schon vorgeschlagen worden, den Transformator innen im Turm unterzubringen, so dass es der Errichtung eines eigenen Trafogebäudes mit eigenem Fundament nicht mehr bedarf.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es nun, ein Verfahren zu entwickeln, mittels dem die Errichtung von Windenergieanlagen noch günstiger, vor allem aber auch schneller vorgenommen werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1 und einer Windenergieanlage mit den Merkmalen nach Anspruch 2 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0006] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, abweichend von der bisherigen Konstruktion von Windenergieanlagen, nach Errichtung des Fundaments der Windenergieanlage die wesentlichen Leistungsmodule, also Trafo, Schaltschränke usw. auf dem Fundament zu platzieren und erst danach den Turm zu errichten, so dass die gesamten Leistungsmodule nach Errichtung des Turms im Bereich des Turmfundamentes bzw. im unteren Teil des Turms geschützt sind und sicher auf dem Turmfundament ruhen.

[0007] Die Leistungsmodule sind soweit wie möglich bereits vorgefertigt und auf Trägern montiert, so dass durch einen Kran, den man ohnehin zur Errichtung einer Windenergieanlage benötigt, die Leistungsmodule auf dem Turmfundament aufgestellt werden können und die gesamte Betriebsfertigung, insbesondere das Verlegen von Kabeln sowie die gesamte Betriebsvorbereitung der Windenergieanlage durch Einstellung einzelner Steuerungsmodule, Einrichtung der Schaltschränke etc. in einem geschützten Raum stattfinden kann und mit diesen Tätigkeiten begonnen werden kann, nachdem der Turm errichtet wurde.

[0008] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn die Träger der Leistungsmodule Stützfüße aufweisen, die wiederum auf vorpositionierten Platten auf dem Turmfundament ruhen. Diese Platten werden bereits bei der Erstellung des Fundaments vor bestimmten Positionen eingelassen und mit dem Fundament fixiert, so dass auch eine spätere Aufstellung der Leistungsmodule auf sehr einfache Art und Weise vorgenommen werden kann.

[0009] Schließlich ist es auch sehr vorteilhaft, wenn für die Kabel, die aus der Windenergieanlage herausführen, also insbesondere die Stromübertragungskabel, Steuerungskabel etc. Leerrohrtraversen im Fundament der Windenergieanlage vorgesehen sind und diese Leerrohrtraversen in vorbestimmten Positionen fixiert liegen. Hierzu werden die Traversen mittels Haltearmen, die ihrerseits wiederum in Teilen des Fundaments oder in der untersitzenden Sektion eines Turmes fixiert sind, gehalten. Durch diese Leerrohrtraversen kann der Bereich der Kabelzuführung exakt vorbestimmt werden und vor allem auch so gelegt werden, dass die Kabel, die aus dem Leistungsmodul in das Fundament reichen, über einen kürzesten und optimalen Kabelweg verfügen.

[0010] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen erleichtern also auch die gesamte elektrische Einrichtung der Windenergieanlage durch eine Vorfertigung von einzelnen Modulen wie den Leerrohrtraversen, Leistungsmodulträgern etc. bereits bei der Fundamenterrichtung.

[0011] Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen lässt sich die gesamte Errichtungszeit der Windenergieanlage deutlich verkürzen. Auch lassen sich mit der Erfindung die Kosten für die gesamte Errichtung der Windenergieanlage verringern, ohne dass irgendwelche technischen Nachteile in Kauf genommen werden müssen.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in einer Zeichnung ausgeführten Beispiels näher erläutert.

[0013] Fig. 1 zeigt eine Aufsicht auf ein voreingerichtetes Fundament (ohne Betonfüllung) mit einer Stahlarmierung 1 und 2, an einem Leerrohr 3, welches über eine Verstrebung 4 mit einer an die Armierung angrenzende unterste Turmsektion gehalten wird. Ferner sind Tragplatten 5 zu erkennen, die für Haltearme 6 in der untersten Turmsektion, (die später nach der Errichtung der Windenergieanlage nicht mehr zu sehen ist) angebracht sind.

[0014] Das Leerrohr 3 dient später zur Aufnahme von Kabeln, beispielsweise der Stromkabel, über die die gesamte elektrische Energie der Windenergieanlage zum Netz über Erdkabel abgeführt wird. Hierzu ist oftmals nicht nur ein einziges Rohr, sondern mehrere Rohre vorgesehen.

[0015] Fig. 2 zeigt die Fundamentsektion nach Einfüllung des Betons. Hierbei ist zu sehen, dass die Leerrohre in ihrer vorfixierten Position verbleiben und auch die Tragplatten mit einbetoniert sind, wobei beim Betonieren darauf zu achten ist, dass die Tragplatten satt auf dem Konstruktionsbeton aufliegen und so einen flächigen Lastabtrag gewährleisten. Der Beton reicht bis zur Oberkante der Tragplatten und ist sorgfältig an den Plattenrand angearbeitet.

[0016] Nach Aushärtung des Betons können die Haltearme zum Halten der Tragplatten wie auch die Traversen zur Fixierung der Leerrohre abmontiert und für die Errichtung weiterer Anlagen wiederverwendet werden.

[0017] Nach dem Aushärten des Betons wird zur weiteren Errichtung der Windenergieanlage nicht – wie bis dahin üblich – der Turm auf das unterste Fundament für die Turmsektion aufgesetzt, sondern es wird zunächst ein Leistungsmodul 7 auf die Tragplatten 5 gestellt (Fig. 2, 3 und 4).

[0018] Ein solches Leistungsmodul 7 ist in Fig. 3 in einer zweiteiligen Ausführung gezeigt, wobei das Leistungsmodul auch aus weiteren Teilen bestehen kann.

[0019] Die beiden Teile des Leistungsmoduls 7 sind im dargestellten Beispiel übereinander gestellt und das gesamte Leistungsmodul besteht aus zwei übereinandergestellten Trägern 8, die ihrerseits wiederum wesentliche Teile der Leistungsmodule aufnehmen, also beispielsweise den Transformator, Wechselrichter, Schaltschränke, Mittelspannungsanlage etc..

[0020] Die übereinandergestellten Träger 8 sind nach Art eines Rahmens aufgebaut und passen exakt übereinander, so dass auch eine zuverlässige Befestigung gegeneinander gewährleistet ist.

[0021] Die einzelnen Träger weisen unter anderem vier – ein Rechteck aufspannende – vertikal ausgerichtete Holme auf, die untereinander verbunden sind. Diese Holme sind an ihrer Unter- und Oberseite miteinander verschraubt.

[0022] Nach der Aufstellung des elektrischen Leistungsmoduls auf dem Fundament wird der Turm 9 errichtet (Fig. 4) und hierbei über das Leistungsmodul gestülpt. Dazu sind die äußeren Abmaße des Leistungsmoduls hinsichtlich Breite und Länge geringer als der Innendurchmesser des Turms im unteren Turmbereich/Fundamentbereich.

[0023] Nach Errichtung des Turms wird die Windenergie-

anlage wie üblich mit dem Maschinenhaus ausgestattet, der Rotor wird montiert und für die Inbetriebnahme werden entsprechende elektrische Verbindungen zwischen dem Generator und dem Leistungsmodul 7 hergestellt und es erfolgt auch der Anschluss des Leistungsmoduls (Ausgang des Transformators) an das Stromversorgungsnetz.

[0024] Wenn die vorbeschriebenen Leerrohre bzw. für die Kabeldurchführung vorgesehenen Einrichtungen in bestimmter vorbeschriebener Position vorfixiert sind, kann auch die Verbindung zwischen dem Leistungsmodul und dem Netz äußerst schnell und günstig hergestellt werden, wobei die Kabellängen insgesamt minimal sind, weil die Leerrohre dort positioniert sind, wo sie genau zur Anlage mit den entsprechenden Teilen des Leistungsmoduls kommen.

[0025] Bei der erfindungsgemäßen Windenergieanlage ist es auch vorteilhaft, wenn der Zugang der Windenergieanlage nicht mehr unbedingt im festen Fundamentbereich durch eine übliche Tür erfolgt, sondern durch eine Tür (Zugang), die so positioniert ist, dass sie in den Bereich oberhalb der Hoch- oder Mittelspannung führenden Teile des Leistungsmoduls mündet. Hierzu kann an der Außenseite des Turms eine entsprechende Leiter oder Treppe vorgesehen sein. Diese Positionierung der Zugangstür hat den Vorteil, dass das Personal, welches die Anlage häufiger betreten muss, sich nicht stets an den Hoch- oder Mittelspannung führenden Teilen des Leistungsmoduls vorbei bewegen muss, während die Anlage in Betrieb ist. Damit wird auch sichergestellt, dass nicht unvorhergesehenerweise oder aus Versehen während des Betriebs der Windenergieanlage jemand sich in unmittelbarer Nähe des Leistungsmoduls befindet und hierbei in Berührung mit spannungs- oder stromgeführten Teilen kommt, was einen großen Unfall verursachen könnte.

[0026] Im Bereich der Zugangstür des Turms ist dann eine entsprechende Zwischenplattform vorgesehen, die das Personal, welches den Turm betritt, begehen kann, um dann im Inneren des Turms weiter in die Windenergieanlage hoch zu steigen oder an verschiedenen Steuereinrichtungen Einstellungen vorzunehmen oder auch Messdaten abzulesen.

[0027] Bei einer Windenergieanlage des erfindungsgemäßen Typs handelt es sich um eine solche, die regelmäßig über mehr als 100 kW Nennleistung verfügt, vorzugsweise eine Nennleistung im Bereich von 500 kW, 1 MW, 1,5 MW oder deutlich mehr aufweist. Bevorzugt ist die Zwischenplattform mit einer verschließbaren Platte versehen, durch die das Personal in den unteren Bereich des Leistungsmoduls einsteigen kann. Mit dem Verschluss der Klappe ist eine weitere Sicherung des unteren Teils des Leistungsmoduls gegen unbefügten Zugriff gewährleistet.

[0028] Der innere Durchmesser des Turms im Fundamentbereich kann dabei mehrere Meter betragen, so dass auch die gesamte Fläche dort z. B. 100 m<sup>2</sup> oder mehr beträgt und daher auch eine ausreichend große Fläche zur Aufnahme der Leistungsmodule zur Verfügung steht. Soweit in dieser Anmeldung der Begriff "Leistungsmodul" verwendet wird, so ist damit der Mittel- bzw. Hochspannungsführende Teil der Windenergieanlage gemeint. Dies sind insbesondere die Aggregate wie Transformator oder Wechselrichter oder Notschalter sowie der Mittelspannungsschaltzschrank oder auch die Niederspannungsverteiler.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Errichtung einer Windenergieanlage mit einem Turm (9), der auf einem Fundament gründet sowie einem elektrischen Leistungsmodul (7), im wesentlichen bestehend aus einem Transformator und ge-

gebenenfalls einem Wechselrichter oder anderen elektrischen Einrichtungen, wie z. B. Schaltschränken, die zur Steuerung der Windenergieanlage und/oder zur Durchleitung der elektrischen Leistung, die vom Generator der Windenergieanlage zur Verfügung gestellt und in ein Netz eingespeist wird, vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul (7) vor Errichtung des Turms auf dem Turmfundament gelagert wird.

2. Windenergieanlage bestehend aus einem Turm, welcher auf einem Fundament gründet und einem Leistungsmodul, wobei das Leistungsmodul wenigstens einen Transformator aufweist, mittels dem die elektrische Energie, die vom Generator der Windenergieanlage zur Verfügung gestellt wird, auf eine mittlere und/oder Hochspannung transformiert wird, dass das Leistungsmodul darüber hinaus weitere Einheiten enthält, mittels denen die elektrische Energie, die vom Generator der Windenergieanlage bereitgestellt wird, gesteuert und/oder geleitet wird, und/oder aufgewertet dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul einen Träger aufweist, der auf dem Fundament der Windenergieanlage aufgesetzt ist und dass der Träger die elektrischen Einrichtungen des Leistungsmoduls, wie z. B. der Transformator aufnimmt, und dass Breite und/oder Länge des Leistungsmoduls geringer sind als der Durchmesser des Turms der Windenergieanlage im Fundamentbereich.

3. Windenergieanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul zweiteilig ausgebildet ist, wobei die beiden Teile aufeinander gestellt sind und die Träger im Übergangsbereich zwischen dem ersten und zweiten Teil so ausgebildet sind, dass sie aufeinander passen und gegen einander befestigt sind.

4. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsmodul aus einem Transformator und einem Wechselrichter und wenigstens einem Schaltschrank zur Aufnahme von elektrischen Steuerungseinrichtungen der Windenergieanlagen besteht.

5. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Fundament der Windenergieanlage Leerrohre (3) zur Aufnahme von Kabeln angeordnet sind und die Leerrohre vor der Feststellung des Fundaments mit den Traversen fixiert sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

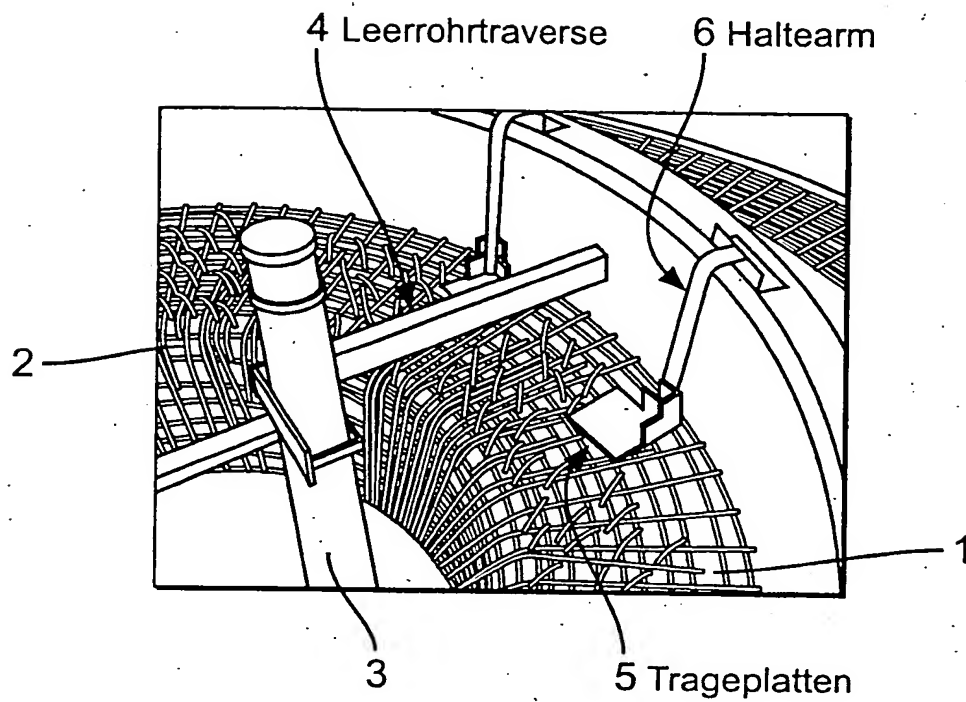


Fig. 1

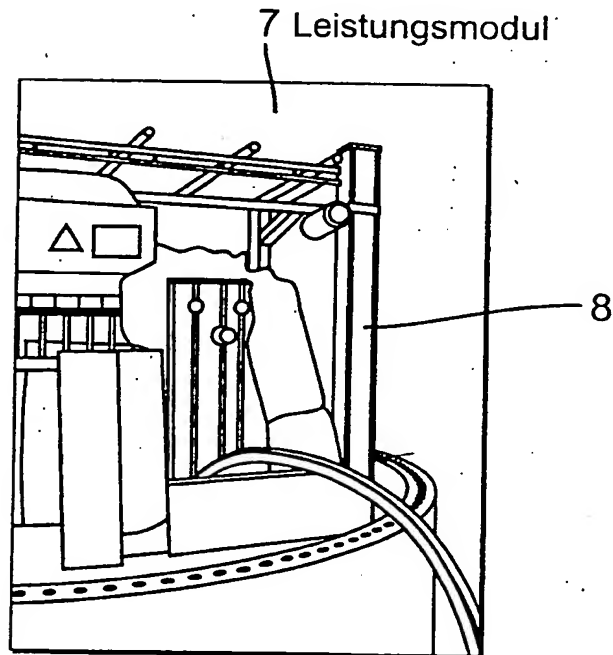


Fig. 2

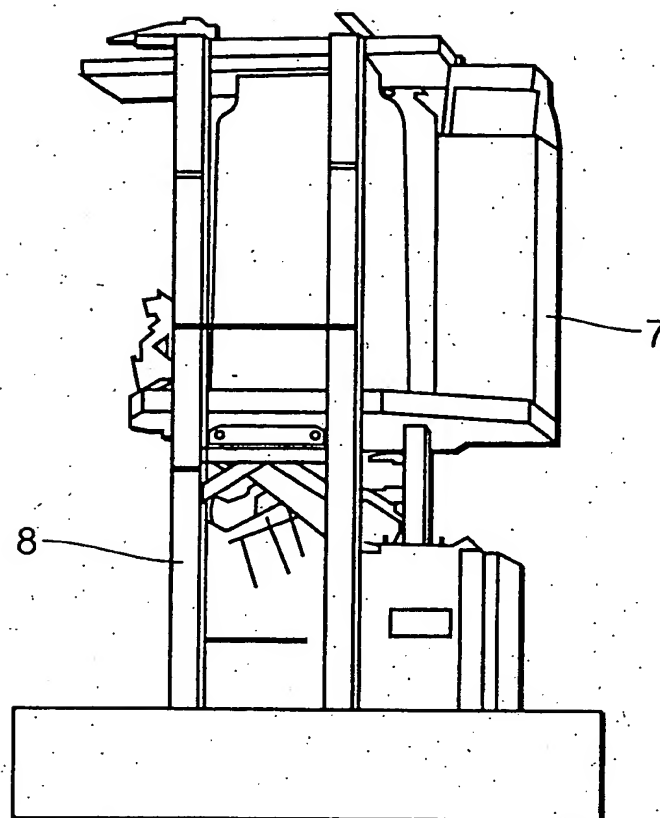


Fig. 3

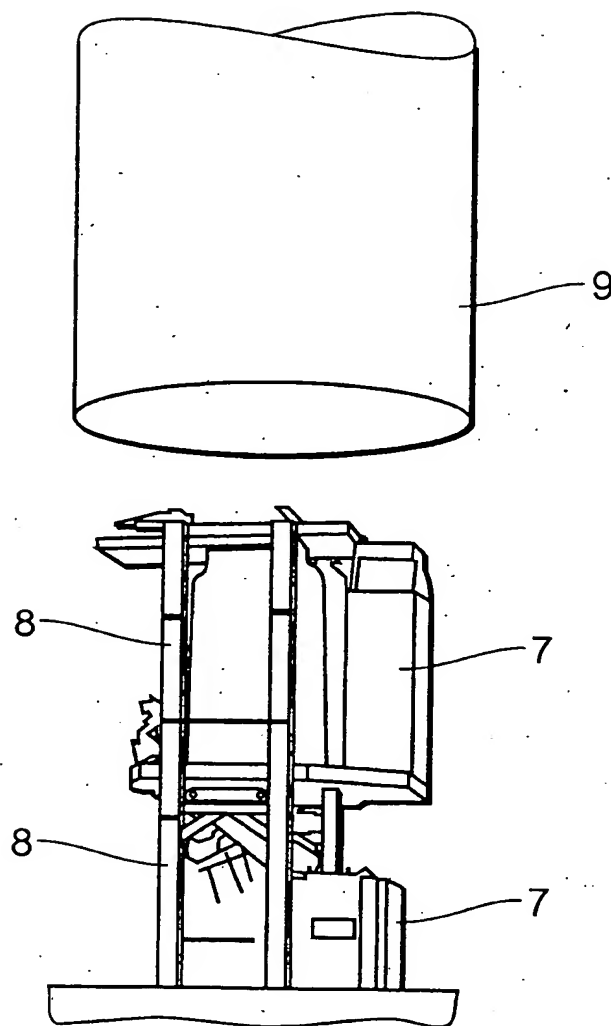


Fig. 4